Examination of Expandable Stent that Simulates Shape of Namako-Folding by FEM

学 ○森脇 貫氏 (兵庫県立大大学院) 正 海津 浩一 (兵庫県立大)

正 日下 正広 (兵庫県立大) 正 木村 真晃 (兵庫県立大)

Kanji MORIWAKI, Koichi KAIZU, Masahiro KUSAKA, Masaaki KIMURA

University of Hyogo, 2167 Shosha Himeji, Hyogo, Japan

1. 緒 言

ステントとは、血管の狭窄に対して血管の内側から支持して血管を広げた状態で保持するために血管内部に留置する筒状の網のことである。ステントはカテーテルの先端につけられて血管内を通して患部に運ばれるので、できるだけ小さいことが望ましく、狭窄部では再び狭窄しないように血管壁を支える半径剛性が必要であり、かつ人体の動きに対応するために柔軟な構造であることが望ましい。本研究では、FEM 解析汎用ソフト LS-DYNA を用いて、折紙の折り方の 1 つであるなまこ折りを模擬したステントモデルの内側から円周方向に力を作用させるシミュレーションを行うことにより、血管内に留置されるステントの拡張の様子についての検討を行った。

2. 解析モデル

Fig.1 に解析に用いたステントのモデルを示す。Fig.1(a)に解析モデルの全体図を、Fig.1(b)に解析モデルを構成する基本となるセル形状を示している。解析モデルは半径 0.5mm、長手方向 1.554mm、厚さ 0.01mm の円柱状になるように基本セルが組み合わされている。セル形状は高さ 0.177mm、円周方向の長さ 0.1912mm となっている。セル形状の縦方向のストラッド太さは 0.0109mm、セル中央部の横方向のストラッドの太さは 0.0079mm、長さは 0.0436mm となっており、斜めの太さは 0.0134mm となっている。また、解析モデルは対称性を考慮して 1/4 の大きさで作成した。なお、このモデルの体積は 0.0041mm³ となっている。

3. 解析条件

材料モデルは多直線近似等方弾塑性体構成式を用い、材料は、質量密度 7900[kg/m³]、ヤング率 208[GPa]、ポアソ

Fig.1 Analysis model.

ン比 0.3、降伏応力 246[MPa]の SUS316L を仮定した。ステントを展開させるには、先端が風船状になったバルーンカテーテルでステントの内側から内圧を加えることを想定し、バルーンカテーテルの標準拡張圧である 6atm と最大拡張圧である 14atm の条件で内側から外側に向けて力を作用させた後に除荷する解析を行った。モデルは 1/4 で作成を行っているため、モデルの対称境界面は垂直な方向に拘束し、平行な方向には移動できるようにした。

4. 解析結果

解析結果の例として、Fig.2 に最大拡張圧を負荷させた時の解析前のモデルと解析後のモデルを比較した様子を示す。Fig.2(a)、(b)はそれぞれモデルを横から見た図と上から見た図を示している。標準拡張圧を負荷させた後の半径方向は拡張前と比べて約 16%、長手方向に約 27%拡張される結果となった。最大拡張圧を負荷させた後の半径方向は拡張前と比べて約 29%、長手方向に約 48%拡張される結果となった。このような結果が得られたのは解析モデルの斜めになっている部分が力を作用させたことで半径方向に広がり、半径方向の広がりに対応して長手方向にも伸びることが原因であると考えられる。このことからなまこ折り形状を用いることで半径方向だけでなく、長手方向にも拡張できることが分かった。

Fig.2 Analysis result of proposed stent (1.4MPa).